

# 高原夏菜产地环境重金属污染现状评价

李瑞琴<sup>1</sup>, 车宗贤<sup>2</sup>, 陶海霞<sup>1</sup>

(1. 甘肃省农业科学院 畜草与绿色农业研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省农业科学院 土壤肥料与节水农业研究所, 甘肃 兰州 730070)

**摘 要:**依据国家及地方相关标准,通过调查取样、测试分析,对高原夏菜产地环境土壤、灌溉水、空气质量进行评价。结果表明:高原夏菜生产基地永昌县、皋兰县土壤环境质量和产地灌溉水质量等级均为“1级”,污染等级为“安全”,污染水平为“清洁”;空气质量良好,符合农业部有关空气环境质量免检的要求;符合目前国家所规定的绿色食品及无公害产品环境质量标准要求。

**关键词:**高原夏菜产地;环境质量;评价

**中图分类号:**S 154.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2010)17-0033-03

我国西部地区在土地资源(包括林地和草地)、水资源、日温差和日照时数、生物资源、农村劳动力、空间多样性、绿色农产品优势度等方面具有比较明显的优势<sup>[1]</sup>。高原夏菜生产基地位于黄土高原、内蒙古高原、青藏高原三大高原交汇处,夏季日平均气温不高于24.5℃。能供应夏秋季上市蔬菜产品区域,主要分布在甘肃省沿黄灌区及河西走廊地区,海拔高度大于1 200 m,纬度大于35.5°(北纬),具有垂直气候明显、气候干燥、降水少、光照时间长、光能潜力大、昼夜温差大等特点<sup>[2]</sup>。该试验依据国家土壤环境质量标准(GB 15618-1995)作为

评价标准,同时参照国家绿色食品、无公害食品产地环境质量及高原夏菜产地环境技术条件3项标准,对高原夏菜主要生产基地兰州市皋兰县、金昌市永昌县的农业土壤和灌溉水质量现状进行综合分析评价,为高原夏菜产业可持续发展提供理论依据和技术支撑。

## 1 研究区概况

皋兰县是甘肃省兰州市所辖的农业县,位于甘肃中部,黄河上游,属黄土高原丘陵沟壑区,海拔1 411~2 445 m,属温带半干旱大陆型气候,年均气温7.2℃,年均降水量266 mm,年均蒸发量1 660 mm,年均日照时数2 768 h,无霜期144 d。黄河流经皋兰县境内,年均流量311亿m<sup>3</sup>,峡谷地带蕴藏可观的水能资源。全县耕地面积为2.905万hm<sup>2</sup>,其中水浇地1.407万hm<sup>2</sup>,农业以粮食、瓜菜、林果、中小畜禽为主。皋兰县特有的地理、气候及土壤条件,使其成为甘肃省最大的高原夏菜生产基地,尤其是荷兰豆、西兰花、甜脆豆等品质、口感极佳,深受市场和消费者欢迎。

永昌县是甘肃省金昌市所辖的农业县,位于甘肃省

第一作者简介:李瑞琴(1969-),女,甘肃西峰人,在读博士,实验师,现主要从事生态农业和绿色农业及农产品质量安全研究工作。

通讯作者:车宗贤(1964-),男,本科,研究员,现主要从事循环农业研究工作。E-mail:chezongxian@163.com。

基金项目:国家科技支撑计划资助项目(2007BAD52B01)。

收稿日期:2010-05-07

## Effect of Different Concentrations of Fertilizer on the Growth of Seeding Vegetable

LIU Pang-yuan, ZHENG Shu-fang, HE Wei-ming

(National Engineering Research Center for Vegetable, Beijing 100097)

**Abstract:** Taking lettuce, beet, endive, red amaranth as experiment materials, using soilless culture, the effect of spraying different concentrations of fertilizer on the growth of different vegetable seedlings were studied. The results showed that on endive, amaranth, beet suitable for spraying fertilizer concentration was 3 ‰, on the lettuce suitable for spraying fertilizer concentration was 5 ‰.

**Key words:** seedling vegetables; fertilizer; effect

河西走廊中东部、祁连山北麓、阿拉善台地南缘,山地平川交错,绿洲荒漠绵延,海拔 1 452~4 442 m,土地总面积 74.394 万  $\text{hm}^2$ ,其中耕地面积 3.856 万  $\text{hm}^2$ ,水浇地占 90%以上。永昌县 1994 年被列为全国商品粮基地县,每年为国家提供的商品粮占甘肃省的 1/5,商品油占甘肃省的 1/9。气候属温带大陆型气候,年平均气温 4.8℃,平均降水量 185.1 mm,无霜期 134 d,年平均日照时数 2 884.2 h。农业生产自然灾害主要有旱灾、冻灾、雹灾、风灾、扬沙扬尘及病虫害等。2009 年农作物播种面积达到 5.707 万  $\text{hm}^2$ ,无公害蔬菜 0.55 万  $\text{hm}^2$ ,无公害蔬菜总产量达到 35 万 t。

## 2 材料与方法

### 2.1 样品采集及处理

依据《农田土壤环境质量监测技术规范》(NY/T 395)和《农用水源环境质量监测技术规范》(NY/T 396),根据高原夏菜产地土壤类型、种植作物、肥力状况、灌溉方式及灌溉水源分布情况等,分别在兰州市皋兰县西岔镇、水埠乡、什川镇、石洞镇共 17 个村采集土壤样品 32 份;金昌市永昌县宁远堡镇、双湾镇的 5 个村采集土壤样品 5 份,灌溉水样 3 份。土壤取样避开垃圾填埋场、加油站等污染源。每个样品在采集过程中,均采用全球定位系统(GPS)定位,并根据预先制作的采样记录表,记录各个采样点附近的地理地质情况、耕作施肥情况等。

### 2.2 检测方法及仪器

按照 GB15618-1995《土壤环境质量标准》中的规定,进行样品处理和分析测定<sup>[4]</sup>。铅、铬、铜采用火焰原子吸收法测定,镉用石墨炉原子吸收法测定,砷和汞采用原子荧光法测定。数据分析处理采用 DPS 应用软件。

### 2.3 评价方法

主要采用中国绿色食品发展中心推荐的单项因子污染指数法和综合污染指数法进行评价。一般以单项污染指数为主,但当区域内土壤质量作为一个整体与外区域土壤质量比较,或一个区域内土壤质量在不同历史时段的比较时应用综合污染指数评价。土壤单项污染指数法的计算公式为:土壤单项污染指数( $P_i$ )=土壤污染物实测值/污染物质量标准;土壤综合污染指数法的计算公式为:土壤综合污染指数( $P_{\text{综}}$ )= $[(\text{平均单项污染指数})^2+(\text{最大单项污染指数})^2]/2)^{1/2}$ 。

### 2.4 评价标准

选用自然背景值和结合评价点的土壤 pH 值的国家土壤环境质量标准(GB 15618-1995)作为评价标准。(1)土壤分级标准见表 1。 $P_i$  值越大,则污染越严重;(2)采用国家《土壤重金属污染评价标准》(GB 15618-1995)。

表 1 土壤质量分级标准指数

标准等级	$P_{\text{综}}$	污染等级	污染水平
1	$P_{\text{综}} \leq 0.7$	安全	清洁
2	$0.7 < P_{\text{综}} \leq 1$	警戒级	尚清洁
3	$1 < P_{\text{综}} \leq 2$	轻污染	土壤轻污染作物开始受到污染
4	$2 \leq 3$	中污染	土壤作物均受中度污染
5	$P_{\text{综}} > 3$	重污染	土壤作物均受污染已相当严重

注:1)中国绿色食品发展中心 绿色食品产地环境质量评价纲要(试行);2)1 级、2 级适宜发展无公害食品生产。

表 2 国家《土壤重金属污染评价标准》  
(GB 15618-1995)

级别	项目	砷 As	汞 Hg	镉 Cd	铅 Pb	铬 Cr	铜 Cu
一级	自然背景	15	0.15	0.20	35	90	35
	pH<6.5	40	0.3	0.3	250	150	50
二级	6.5<pH<7.5	30	0.5	0.3	300	200	100
	pH>7.5	25	1.0	0.6	350	250	100
三级	pH>7.5	40	1.5	1.0	500	300	400

国家《土壤重金属污染评价标准》见表 2<sup>[5]</sup>。

## 3 结果与分析

### 3.1 土壤质量评价与分析

高原夏菜生产基地永昌县、皋兰县产地土壤环境质量(表 4、表 5),按照《绿色食品产地环境技术条件》(NY/T 391-2000)、《土壤环境质量标准(GB 15618-1995)》、《高原夏菜生产技术条件(DB 62/1887-2009)》的标准要求,检测土壤中的 pH、砷、汞、铅、铬、镉 6 项指标,经测定分析产地土壤限量指标重金属含量,所有检测项目的检测数据均未超标,其中永昌县产地土壤最大单项污染指数为铬,其单项污染指数为 0.49;皋兰县产地土壤最大单项污染指数为镉,其单项污染指数为 0.19,均小于 0.7,故不再作综合污染指数的分析,各项指标虽没有超标,但也应随时关注永昌县产地内土壤铬的污染。根据土壤污染分级标准,高原夏菜产地土壤环境质量等级为“1 级”,土壤污染等级为“安全”,污染水平为“清洁”。

表 3 高原夏菜生产土壤环境质量标准

项 目	指标值
总砷(以 As 计)	$\leq 25$
总汞(以 Hg 计)	$\leq 1.0$
铅(以 Pb 计)	$\leq 350$
镉(以 Cd 计)	$\leq 0.50$
铬(六价铬)	$\leq 250$

表 4 高原夏菜生产基地永昌县土壤质量统计分析

统计项目	镉 Cd	汞 Hg	砷 As	铅 Pb	铬 Cr
范围值	0.073~0.14	0.054~0.086	2.46~3.6	25.2~32.54	45.8~400.9
平均	0.095	0.0674	3.204	27.604	123.34
极差	0.067	0.032	1.14	7.34	355.1
中值	0.087	0.065	3.41	26.69	53.3
标准偏差	0.0208	0.01168	0.3232	2.2888	111.024
单项污染指数( $P_{\text{单}}$ )	0.19	0.13	0.13	0.08	0.49

表 5 高原夏菜生产基地皋兰县土壤质量统计分析

统计项目	mg · kg <sup>-1</sup>				
	镉 Cd	汞 Hg	砷 As	铅 Pb	铬 Cr
范围值	0.05~0.38	0.03~0.13	0.94~15.6	20.39~58.49	51.68~77.74
平均	0.10	0.03	3.30	8.80	5.39
极差	0.33	0.11	14.66	38.10	26.07
中值	0.29	0.05	9.40	24.98	63.49
标准偏差	0.11	0.04	3.79	10.90	6.77
单项污染指数 (P <sub>单</sub> )	0.19	0.03	0.13	0.03	0.02

表 6 高原夏菜生产灌溉水质量标准

项目	指标值
浊度	≤3°
臭和味	不得有异臭、异味
总砷(以 As 计),mg/L	≤0.05
总汞(以 Hg 计),mg/L	≤0.001
镉(以 Cd 计),mg/L	≤0.01
铅(以 Pb 计),mg/L	≤0.05
氰化物	≤0.50
耐热大肠菌群(MPN/L)	≤40 000*

表 7 高原夏菜产地永昌县灌溉水质量统计分析

样品名称	pH	氰化物	mg · L <sup>-1</sup>				
			化学需氧量	砷 As	汞 Hg	铅 Pb	铬 Cr
南泉水	7.79	0.0021	87.3	<0.005	0.0003	0.0103	<0.005
自流渠水	7.82	0.0022	101.8	<0.005	0.0002	0.072	<0.005
皇城水	7.82	0.002	80	<0.005	0.0014	0.0137	<0.005
单项污染 指数(P <sub>单</sub> )	0.54	0.0042	0.598	0.05	0.63	0.104	0.03

3.2 灌溉水质量评价与分析

产地灌溉水质环境质量按照《农田灌溉水质标准(GB5084-2005)》要求<sup>[6]</sup>,全项检测灌溉用水水质基本控制项目:化学需氧量、pH、总砷、总汞、铅、六价铬、7 项指标,抽样的 3 份灌溉水中砷、铬未检出,所有检测项目的检测数据均未超标(表 7)。灌溉水最大单项污染指数为

汞,但也小于 0.7,故不再作综合污染指数的分析,灌溉水中个别项目未检出,多数项目虽检出,但在标准范围内,应警示灌溉水中汞的污染和盐碱化。根据水质污染分级标准,高原夏菜产地灌溉水质量等级为“1 级”,污染等级为“安全”,污染水平为“清洁”。

3.3 空气质量评价与分析

产地空气环境质量按照《环境空气质量标准(GB3095-1996)》的要求<sup>[7]</sup>,产地周围大面积为农业生产区,无有毒有害物质的排放,周围没有污染企业,依据现场检查情况,空气质量良好,符合农业部有关空气环境质量免检的要求。因此,产地空气环境免检。

4 小结

高原夏菜产地土壤环境质量好,灌溉水质清洁,空气洁净,符合目前国家所规定的绿色食品及无公害产品环境质量的要求,但应警示土壤中铬的污染和灌溉水中汞的污染及灌溉水的盐碱化。

参考文献

[1] 吴永常.西部地区农业优势资源比较分析[J].中国农业资源与区划,2005(3):18-21.  
[2] 甘肃省地方标准.高原夏菜产地环境技术条件(DB62/T1887-2009)[S].  
[3] 《兰州年鉴》编辑委员会编.兰州统计年鉴(2006)[M].兰州:甘肃出版社,2006.  
[4] 《金昌年鉴》编辑委员会编.金昌统计年鉴(2006)[M].兰州:甘肃出版社,2006.  
[5] 中华人民共和国国家标准.土壤环境质量标准(GB 15618-1995)[S].  
[6] 中华人民共和国国家标准.土壤重金属污染评价标准(GB 15618-1995)[S].  
[7] 中华人民共和国国家标准.农田灌溉水质标准(GB5084-92)[S].  
[8] 中华人民共和国国家标准.环境空气质量标准(GB3095-1996)[S].

Assessment of Environment Quality of Products Bases of Plateau Summer Vegetables

LI Rui-qin<sup>1</sup>,CHE Zong-xian<sup>2</sup>,TAO Hai-xia<sup>1</sup>

(1. Gansu Academy of Agricultural Sciences, Green Agricultural and Animal and Pasteau Improvement Institute, Lanzhou, Gansu 730070;  
2. Institute of Soil, Fertilizer and Water-saving Agricultural, Lanzhou, Gansu 730070)

**Abstract:** The study Assessed the environment quality of soil, water and air of plateau Summer vegetable production area according to relevant state and local standards and through investigation and sampling, testing, analysis. Results the environmental quality were overall in good condition. The environment quality of soil, water and air of Liangzhou was fine, “safe” grade and “cleaning” level, accorded with the national standards for the environment quality of green food and pollution-free Agriculture.

**Key words:** products bases of olateau summer vegetables; environment quality; assessment